

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-156485

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl.

H01L 27/14

G02B 5/20

H01L 31/02

(21)Application number : 10-328928

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 19.11.1998

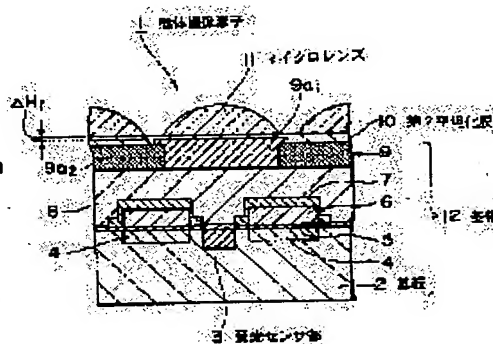
(72)Inventor : OTSUKA YOICHI

## (54) SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lessen image defects caused by pigment particles contained in pigment photoresist which forms a color filter.

SOLUTION: A solid-state image sensing device 1 is equipped with a photodetective sensor 3 which is provided in the surface of a substrate 2 to carry out the conversion of light into electricity, a color filter 9 which is provided on the substrate 2 and formed of pigment photoresist, a light transmitting flattened film 10 which is possessed of a flat surface and formed on the color filter 9, and a micro lens 11 which is provided on the second flattened film 10 and concentrates light which impinges on the photodetective sensor 3, where the second flattened film 10 is lessened in thickness so as to make the base of the micro lens located near to the top surface of the color filter 9. At this point, it is preferable that a distance between the top surface of the color filter 9 and the base of the micro lens 11 is set at  $0.3 \mu\text{m}$  or below.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.10.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The photo sensor section which is prepared in the surface section of a substrate and makes photo electric translation, and the light filter which consists of a pigment system photoresist formed on said substrate, In the flattening film which has the light transmission nature formed in the condition with a flat front face on this light filter, the lens which condenses the light which it is prepared on this flattening film and carries out incidence to said photo sensor section, and the solid state image pickup device with which it had \*\* Said flattening film is a solid state image pickup device characterized by being formed in a thin film and the base of said lens becoming so that it may be located near the top face of said light filter.

[Claim 2] The distance from the top face of said light filter to the base of said lens is a solid state image pickup device according to claim 1 characterized by being 0.3 micrometers or less.

[Claim 3] The base in which the light filter which prepares the photo sensor section which makes photo electric translation in the surface section of a substrate, and consists of a pigment system photoresist on said substrate was formed is used. The flattening film formation process with which a front face forms the flattening film which is flat and has light transmission nature on this light filter, It has the lens formation process which forms the lens which condenses the light which carries out incidence to said photo sensor section on said flattening film. In said flattening film formation process The manufacture approach of the solid state image pickup device characterized by adjusting thickness thinly and forming said flattening film of a thin film so that the base of said lens formed on said flattening film may be located near the top face of said light filter.

[Claim 4] The manufacture approach of the solid state image pickup device according to claim 3 characterized by adjusting the thickness of said flattening film so that the distance from the base of said lens formed on said flattening film to the top face of said light filter may be set to 0.3 micrometers or less in said flattening film formation process.

[Claim 5] The manufacture approach of the solid state image pickup device according to claim 3 characterized by obtaining said flattening film of a thin film by forming the ingredient layer for said flattening film formation, and adjusting the thickness of this ingredient layer by etching on said light filter in said flattening film formation process.

[Claim 6] The manufacture approach of the solid state image pickup device according to claim 3 characterized by obtaining said flattening film of a thin film by adjusting the amount of etchback while forming said lens with etchback, continuing in said flattening film formation process at said lens formation process and performing etchback in said lens formation process.

[Claim 7] The manufacture approach of the solid state image pickup device according to claim 3 characterized by obtaining said flattening film of a thin film by forming thermofusion mold transparence resin with a spin coat method in said flattening film formation process.

[Claim 8] The manufacture approach of the solid state image pickup device according to claim 3 characterized by obtaining said flattening film of a thin film by forming the ingredient layer for said flattening film formation, and adjusting the thickness of this ingredient layer by chemical machinery polish on said light filter in said flattening film formation process.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the solid state image pickup device which equipped the detail with the light filter which consists of a pigment system photoresist, and its manufacture approach about a solid state image pickup device and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The CCD (Charge-Coupled Device) image sensor with a micro lens equipped with the light filter which consists of a photoresist of a pigment system as a conventional solid state image pickup device, for example is known.

[0003] In such a solid state image pickup device, as shown, for example in drawing 5, the photo sensor section 23 and the vertical CCD register-section 24 grade which become the surface section of a substrate 22 from photograph tie ODO are formed. Moreover, on the substrate 22, the vertical transfer electrode 25, the light-shielding film 26, and the 1st flattening film 27 grade are formed, and on the 1st flattening film 27, as mentioned above, the light filter 28 which consists of a photoresist of a pigment system is formed. And on the light filter 28, it has light transmission nature and the micro lens 30 is formed through the 2nd flattening film 29 with a flat front face. A micro lens 30 is for condensing the light which carries out incidence, and is prepared in the photo sensor section 23 every unit pixel and every photo sensor section 23.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional solid state image pickup device 21 shown in drawing 5, the nonconformity that the image point defect (sunspot image defect) of a solid state image pickup device 21 occurs arises in response to the effect of the pigment particle in the photoresist which is the component of a light filter 28. In the recent years when cutback-ization of the unit cell which consists of the photodiodes and CCD in a solid state image pickup device with the miniaturization of a solid state image pickup device and high-resolution-izing is advanced, the above-mentioned nonconformity is becoming a serious problem by cutback-ization of this unit cell.

[0005] In order to solve the problem of the image point defect resulting from the pigment particle in a light filter, it is possible to make this pigment particle detailed. However, since the pigment particle made detailed becomes easy to cause secondary isoagglutination, it will have the new problem that the effectiveness of detailed-izing will be lost as a result, and technical establishment is difficult for it. Although current and each ingredient manufacturer company are directing the force towards the ED of atomization of a pigment, and high decentralization, from the first, it is the ingredient with which the photoresist of a pigment system itself was developed as a light filter application of a liquid crystal display component, and the level of detailed-izing of the pigment particle called for with a solid state

image pickup device differs. Therefore, the actual condition is being unable to aim at reduction of the image point defect number by detailed-izing of a pigment particle.

[0006] By the way, in the conventional solid state image pickup device 21 of drawing 5, the flattening nature of the 2nd flattening film 29 formed on a light filter 28 has big effect on the process tolerance of the micro lens 30 formed on the 2nd flattening film 29 at degree process on the occasion of the manufacture. Therefore, that flattening nature should be secured, it is necessary to form the 2nd flattening film 29 somewhat thickly until it stops influencing mostly of a lower layer level difference. Therefore, since thin-film-izing of the 2nd flattening film 29 is difficult, distance  $\Delta H$  from the top face of a light filter 28 to the base of a micro lens 30 is usually 0.5 micrometers or more.

[0007] On the other hand, in the solid state image pickup device 21, the light condensed by the micro lens 30 is set up so that a focus may be connected to the light-receiving side which is the about 23 photo sensor section of a substrate 22. Therefore, if distance  $\Delta H$  from the top face of a light filter 28 to the base of a micro lens 30 is long as mentioned above, since the width of face  $W$  the light condensed by the micro lens 30 carries out [ the width of face ] incidence to a light filter 28 will become short, and the quantity of light which carries out incidence to a light filter 28 will decrease and a light filter 28 will become close to the focus of a micro lens 30, the effect of the pigment particle to an image will become large.

[0008] In addition, in drawing 5, the arrow head  $L$  shows the light which carries out incidence to the solid state image pickup device 21 (the parallel ray which carried out incidence from the periphery of one micro lens is shown for convenience), and  $F$  shows the distance from the base of a micro lens 30 to a focal location.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem then, the solid state image pickup device of this invention The photo sensor section which is prepared in the surface section of a substrate and makes photo electric translation, and the light filter which consists of a pigment system photoresist formed on the substrate, It is what was equipped with the flattening film which has the light transmission nature formed in the condition with a flat front face on the light filter, and the lens which condenses the light which it is prepared on the flattening film and carries out incidence to the photo sensor section. The above-mentioned flattening film has composition formed in the thin film so that the base of a lens might be located near the top face of a light filter. At this time, if the flattening film is formed in the thin film so that the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens may be set to 0.3 micrometers or less, it is suitable.

[0010] In this invention, since the flattening film of a lens and a light filter was formed in the thin film so that the base of a lens might be located near the top face of a light filter, the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens was being shortened as compared with the former. Therefore, the width of face the light condensed by the micro lens carries out [ width of face ] incidence to a light filter becomes long, and the quantity of light which carries out incidence to a light filter increases. Moreover, since a light filter becomes far from the focal location of a micro lens, a pigment particle serves as a location which faded substantially. Consequently, the effect of [ on the appearance which the pigment particle in the photoresist which constitutes a light filter from a light-receiving side of a solid state image pickup device does ] is reduced.

[0011] In order to solve the above-mentioned technical problem moreover, the manufacture approach of the solid state image pickup device of this invention The base in which the light filter which prepares the photo sensor section which makes photo electric translation in the surface section of a substrate, and consists of a pigment system photoresist on a substrate was formed is used. The flattening film formation process with which a front face forms the flattening film which is flat and has light transmission nature on this light filter, It has the lens formation process which forms the lens which condenses the light which boils and carries out incidence to the photo sensor section on the flattening film. in a flattening film formation process Thickness is adjusted thinly and the above-mentioned

flattening film is formed so that the base of the lens formed on the flattening film may be located near the top face of a light filter. It is suitable to carry out in this adjustment, so that the distance from the base of a lens to the top face of a light filter may be set to 0.3 micrometers or less.

[0012] In the above-mentioned invention, in order to adjust thickness thinly and to form the flattening film so that the base of a lens may be located near the top face of a light filter, the solid state image pickup device of the above-mentioned invention by which the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens was shortened as compared with the former is manufactured. Therefore, the effect of [ on the appearance which the pigment particle in the photoresist which constitutes a light filter from a light-receiving side of a solid state image pickup device does like the above-mentioned invention ] is reduced, and implementation of the solid state image pickup device whose condensing effectiveness to the photo sensor section improved is attained.

[0013]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt of this invention is explained based on a drawing below. Drawing 1 is the important section top view showing the example of 1 style of the light filter in 1 operation gestalt of the solid state image pickup device of this invention. Moreover, drawing 2 is the direction view sectional view of X-X in drawing 1.

[0014] it is shown in drawing 1 -- as -- the solid state image pickup device 1 of this operation gestalt -- a light filter 9 -- red (Red: R shows among drawing 1) -- it is constituted using the three primary colors of green (Green: G shows among drawing 1), and blue (Blue: B shows among drawing 1). That is, a pixel is formed in the shape of a grid on the substrate 2 which consists of silicon, and the above-mentioned pigment-content powder type light filter 9 in three primary colors is formed so that it may become a different color for every unit pixel of the. Therefore, color coding serves as a primary color check.

[0015] The light filter 9 is formed on the 1st flattening film 8 with a flat front face, as shown in drawing 2. As the formation approach of a light filter 9, the approach using a well-known photolithography technique is adopted, for example. First, the photoresist of a pigment system is applied on the 1st flattening film 8 with a spin coat method, and, subsequently prebaking processing is carried out with a hot plate. Then, exposure and development are performed, a hot plate performs postbake processing, and filter pattern 9a of red, green, and one color in blue is formed. The light filter 9 of three colors is obtained by forming filter pattern 9a similarly about other two colors (in addition, nine a1 is a blue filter pattern among drawing 2, and nine a2 is a green filter pattern):

[0016] Filter pattern nine a2 green, for example with this operation gestalt About 1.5 micrometers and blue light filter nine a1 In about 1.0 micrometers and drawing 2, although not illustrated, the red light filter is formed in the thickness which is about 1.0 micrometers. Here, CG-6030L (trade name) (the Fuji film Olin Corp. make) is used for these thickness values as a green dispersed system photoresist on a flat bear silicon substrate, and they are the green filter patterns nine a2. It forms. CB-6030L (trade name) (the Fuji film Olin Corp. make) is used as a blue dispersed system photoresist, and it is the blue filter pattern nine a1. It forms. It is a thickness value after the prebaking processing at the time of forming a red filter pattern, using CR-6200L (trade name) (the Fuji film Olin Corp. make) as a red dispersed system photoresist, and obtaining a light filter 9.

[0017] Thus, as shown in drawing 2, the semi-sphere-like micro lens 11 is formed in the light filter 9 upper part currently formed for every unit pixel. A micro lens 11 turns into a lens of this invention which condenses the light which it is formed in a substrate 2 and carries out incidence to the photo sensor section so that it may mention later. And between the light filter 9 and the micro lens 11, the 2nd flattening film 10 used as the flattening film of this invention is infixed.

[0018] A protective coat is a thing, and the 2nd flattening film 10 is formed in the condition with a flat front face while it has light transmission nature. Moreover, the 2nd flattening film 10 was formed in the thin film as compared with the conventional thing so that the base of a micro lens 11 might be located near the top face of a light filter 9. At this time, it is the distance  $\Delta H_1$  from the top face of a light

filter 9 to the base of a micro lens 11 especially. It is suitable that the 2nd flattening film 10 is thinly formed so that it may be set to 0.3 micrometers or less. Here, the top face of a light filter 9 means the field where the front face is most distant from the substrate 2, i.e., the maximum top face, among filter pattern 9a of three colors.

[0019] Distance  $\Delta H_1$  from the top face of a light filter 9 to the base of a micro lens 11 It is  $\Delta H_1$  that it is suitable in it being 0.3 micrometers or less, although stated later. It is because the knowledge of the high effectiveness which the image point defect number reduces most in the state of leveling off mostly as it is 0.3 micrometers or less being acquired was carried out.

[0020] In this operation gestalt, such 2nd flattening film 10 is formed in the thin film by the photolithography technique mentioned later using OPUTOMA LC 760 (trade name) (product made from JSR, Inc.) which is heat-curing mold acrylic resin.

[0021] In addition, in the solid state image pickup device 1, the lower layer of a light filter 9 is constituted as usual. That is, while the island-like photo sensor section 3 is formed for every pixel, the vertical CCD register 4 is formed through the read-out section (graphic display abbreviation), and another vertical CCD register 4 is formed in one photo sensor section 3 side of a substrate 2 through the channel stop (graphic display abbreviation) at the another side side at the surface section of a substrate 2. And reading appearance of the obtained signal charge in which photo electric translation was carried out by such configuration in the photo sensor section 3 is carried out to the vertical CCD register 4 through the read-out section, and it is further transmitted with the vertical CCD register 4.

[0022] On the other hand, it is in the front face of a substrate 2. For example, the insulator layer 5 which consists of silicon oxide is formed. This insulator layer 5 may be the so-called cascade screen of the ONO structure which consists of three layers of not the monolayer of the silicon oxide film but the silicon oxide film and a silicon nitride film, and the silicon oxide film. On the insulator layer 5, the vertical transfer electrode 6 which consists of polish recon is formed in the abbreviation right above location of the vertical CCD register 4, and further, on the substrate 2, where the vertical transfer electrode 6 is covered, the interlayer insulation film (graphic display abbreviation) is formed. The vertical transfer electrode 6 has a three-tiered structure which consists of the two-layer structure [ which consists of a 1st perpendicular transfer electrode and a 2nd perpendicular transfer electrode ] or 1st, 2nd, and 3rd vertical transfer electrode, and the interlayer insulation film (graphic display abbreviation) which consists of silicon oxide etc. is formed in each vertical transfer inter-electrode.

[0023] On the interlayer insulation film which covered the vertical transfer electrode 6, the light-shielding film 7 is formed in the vertical transfer electrode 6 through this interlayer insulation film at the wrap condition. A light-shielding film 7 is for intercepting the incidence of light other than photo sensor section 3, and is formed in right above [ of the photo sensor section 3 ] at the condition with rectangular opening. In order to aim at reduction of the smear component based on light carrying out incidence from the edge of opening of a light-shielding film 7, and resulting in the vertical CCD register 4 in that case, it \*\*\*\*\*s even right above [ of the photo sensor section 3 ], and is in the condition that the above-mentioned opening was prepared in the condition of having enclosed in this overhang part.

[0024] On the light-shielding film 7, the 1st flattening film 8 is formed for the protective coat in the state of the wrap in the interlayer insulation film which attends opening of a light-shielding film 7. This 1st flattening film 8 is film which has light transmission nature, and the front face is formed evenly. In this operation gestalt, the 1st flattening film 8 is formed for example, using heat-curing mold acrylic resin. As the formation approach in this case, the method of applying heat-curing mold acrylic resin, heat-treating with a hot plate after that, and stiffening the spreading film with a well-known spin coat method, is adopted, for example on the substrate 2 formed to the light-shielding film 7.

[0025] Here, the thickness after hardening the spreading film formed using OPUTOMA LC 760 (trade name) (product made from JSR, Inc.) which is heat-curing mold acrylic resin, for example formed the spreading film so that it might be set to about 1.2 micrometers in a flat bear silicon substrate.

[0026] And the above-mentioned light filter 9 is formed on the 1st flattening film 8 currently formed as

mentioned above, a micro lens 11 is formed through the 2nd flattening film 10 on a light filter 9, and the solid state image pickup device 1 is constituted.

[0027] Next, based on the manufacture approach of the above-mentioned solid state image pickup device 1, 1 operation gestalt of the manufacture approach of the solid state image pickup device concerning this invention is explained. The manufacture approach of the conventional solid state image pickup device is shown to this drawing (b) that drawing 3 (b) is the important section sectional view showing 1 operation gestalt of the manufacture approach of the solid state image pickup device concerning this invention in order of a process, and is easy to compare in order of the process.

Moreover, in drawing 3 (b) and (b), the lower layer graphic display of a light filter is omitted, respectively.

[0028] In manufacturing a solid state image pickup device 1, the base 12 (refer to drawing 2 ) which formed even the photo sensor section 3, the vertical CCD register 4, an insulator layer 5, the vertical transfer electrode 6, a light-shielding film 7, the 1st flattening film 8, and a light filter 9 in the substrate 2 by the same technique as usual is prepared. And the flattening film formation process shown in (A) of the drawing 3 (\*\*) and (B) is performed first. That is, thickness is adjusted thinly and the 2nd flattening film 10 is formed so that the base of the micro lens 11 formed on the 2nd flattening film 10 may be located near the top face of a light filter 9.

[0029] With this operation gestalt, with the well-known spin coat method, OPUTOMA LC 760 (trade name) (product made from JSR, Inc.) which is heat-curing mold acrylic resin was applied on the base 12, it heat-treated with the hot plate after that, the spreading film was stiffened, and ingredient layer 10a for 2nd flattening film 10 formation was obtained. When forming the spreading film with a spin coat method on a base 12, the thickness of ingredient layer 10a adjusted so that it might be set to about 1.0 micrometers on a flat bear silicon substrate.

[0030] And as shown in (B) of the drawing 3 (\*\*), the 2nd flattening film 10 of a thin film is formed by carrying out ashing of the ingredient layer 10a, and adjusting the thickness of ingredient layer 10a by the dry ashing method which is a way method of the etching method. The broken line shows before ashing the ashing back from which the continuous line removed the thickness for  $\Delta E$  minutes among (B) of the drawing 3 (\*\*). the ashing method -- the thickness of ingredient layer 10a --  $\Delta$  -- the example of a condition at the time of making about  $E = 0.5$  micrometers thin is shown below. the thickness of ingredient layer 10a --  $\Delta$  -- distance  $\Delta H1$  from the top face (the maximum top face of the light filter 9 of three colors) of the light filter 9 formed at degree process when about  $E = 0.5$  micrometers is made thin to the base of a micro lens 11 It is set to about 0.3 micrometers.

[0031] -- equipment: -- a single-wafer-processing microwave ashing device and power: -- 500W, gas, and flow rate: -- oxygen (O<sub>2</sub>) gas; -- 200sccm [a volumetric flow rate [ in / in sccm / reference condition ] (a part for cm<sup>3</sup>/)]

-- stage temperature: -- 120 degree C and pressure: -- 135Pa and processing-time: -- 60 -- sec [0032]

In this way, after forming the 2nd flattening film 10, the lens formation process which forms a micro lens 11 on the 2nd flattening film 10 and which is shown in (C) which is the drawing 3 (\*\*), and (D) is performed. For example, with a well-known photolithography technique, the spin coat of the photoresist for photosensitive micro-lens material is carried out on the 2nd flattening film 10, prebaking processing is carried out, after performing exposure and development, breaching exposure is carried out, postbake is carried out further, and resist pattern 11a is formed. With this operation gestalt, TMR-P3 (trade name) (Tokyo adaptation incorporated company make) was used as a photoresist for micro-lens material.

[0033] And heat reflow processing of the resist pattern 11a is carried out, and the semi-sphere-like micro lens 11 is obtained for this resist pattern 11a softening and by carrying out melting. By the above process, it is the distance  $\Delta H1$  from the top face (the maximum top face of the light filter 9 of three colors) of a light filter 9 to the base of a micro lens 11. About 0.3 micrometers and the brief solid state image pickup device 1 are manufactured.

[0034] On the other hand by manufacture of the solid state image pickup device 21 shown in conventional drawing 5 As shown in (A) of the drawing 3 (\*\*), (B), and (C), except adjusting the



thickness of the 2nd flattening film 10 to a thin film, and forming it with the flattening film formation process of this operation gestalt The 2nd flattening film 29 is formed similarly, pattern 30a which consists of a photoresist for photosensitive micro-lens material by the photolithography method is formed, heat reflow processing is performed and a micro lens 30 is formed. Thus, in the manufactured conventional solid state image pickup device 21, distance  $\Delta H$  from the top face (the maximum top face of the light filter 28 of three colors) of a light filter 28 to the base of a micro lens 30 was set to about 0.8 micrometers.

[0035] In (c) which is this (D) and drawing (\*\*) of the drawing 3 (\*\*) in addition, an arrow head L The light which carries out incidence is shown in solid state image pickup devices 1 and 21 (the parallel ray which carried out incidence from the periphery of one micro lenses 11 and 30 is shown for convenience). Moreover, the light L by which W1 and W were condensed by micro lenses 11 and 30, respectively shows the width of face which carries out incidence to light filters 9 and 28 (the width of face which carries out incidence to the maximum top face of the light filters 9 and 28 of three colors in this case is meant).

[0036] As shown in (c) of this (D) and drawing (\*\*) of the drawing 3 (\*\*), by the approach of the above-mentioned operation gestalt Since the 2nd flattening film 10 which adjusted and thin-film-ized thickness when  $\Delta E$  removed ingredient layer 10a for 2nd flattening film 10 formation by thickness by ashing is formed Distance  $\Delta H_1$  from the top face of a light filter 9 to the base of a micro lens 11 As compared with the conventional distance  $\Delta H=0.8\text{micrometer}$ , about 0.3 micrometers and the very short solid state image pickup device 1 can be manufactured. And such a solid state image pickup device 1 can be obtained only by adjusting the thickness of the 2nd flattening film 10, without changing a process and the formation process of a micro lens 11 to the formation process of a light filter 9.

[0037] Moreover, with the solid state image pickup device 1 manufactured in this way, it is the distance  $\Delta H_1$  from the top face of a light filter 9 to the base of a micro lens 11. Width of face W1 in which the light L condensed by the micro lens 11 by being shortened carries out incidence to a light filter 9 By that which is made for a long time as compared with the conventional width of face W ( $W < W_1$ ), the increment in the quantity of light which carries out incidence to a light filter 9 can be aimed at.

[0038] Moreover, distance  $\Delta H_1$  from the top face of a light filter 9 to the base of a micro lens 11 Since the difference of  $\Delta F$  minutes arises in the focal location of a micro lens 11 as compared with the former and a light filter 9 becomes far from the focal location of a micro lens 11 by becoming short, the pigment particle 41 in a light filter 9 serves as a location which faded substantially. Therefore, the effect of [ on the appearance which the pigment particle 41 does ] can be reduced in respect of light-receiving of a solid state image pickup device 1.

[0039] Drawing 4 is drawing showing the result of having investigated the relation between the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens, and the image point defect number, about the solid state image pickup device obtained like the operation gestalt. Also from drawing 4, it is checked that the image point defect number decreases and the image point defect number decreases mostly most that the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens is 0.3 micrometers or less in the state of leveling off, so that the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens is shortened. Moreover, reduction-ization of the further defective number is attained by combining the improvement of the ingredient described previously, i.e., atomization of a pigment, high decentralization, and this invention.

[0040] Therefore, according to the solid state image pickup device 1 and its manufacture approach of this operation gestalt, the image quality which the number of an image point defect reduced can realize the good solid state image pickup device 1.

[0041] By the way, although the example which adjusts thickness on a light filter by the ashing method, and forms the flattening film of a thin film with a flattening film formation process was stated by the manufacture approach of this operation gestalt, this invention is not limited to this example. For example, although the so-called micro-lens configuration imprint process which forms a micro lens with the etchback using POJIREJISUTO is also employable with the lens formation process which forms a micro



lens, while continuing at a lens formation process and performing etchback with a flattening film formation process in this case, the same effectiveness as the flattening film of the thin film mentioned above by adjusting that amount of etchback can be acquired.

[0042] Moreover, the flattening film of a thin film can also be obtained only by spreading by forming thermofusion mold transparence resin with a spin coat method with a flattening film formation process.

[0043] furthermore, the chemical machinery polish (CMP) after forming the ingredient layer for flattening film formation on a light filter with a flattening film formation process -- it is also possible by adjusting the thickness of an ingredient layer by law to obtain the flattening film of a thin film.

[0044] In addition, lower layer structure, ingredient, etc. are an example, and this invention is not limited to this example, but, of course, can change from the light filter of the solid state image pickup device stated with this operation gestalt variously.

[0045]

[Effect of the Invention] As explained above, the quantity of light which carries out incidence to a light filter since it considered as the configuration which formed the flattening film of a lens and a light filter in the thin film so that the base of a lens might be located near the top face of a light filter, and shortened the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens according to the solid state image pickup device concerning this invention can be increased, and the pigment particle in a light filter can be made into the location which faded substantially. Therefore, the effect of [ on the appearance which the pigment particle in the photoresist which constitutes a light filter from a light-receiving side of a solid state image pickup device does ] can be reduced, and the image quality which the image point defect number reduced can realize a good solid state image pickup device.

[0046] Moreover, since according to the manufacture approach of the solid state image pickup device concerning this invention the thickness of the flattening film is adjusted thinly and the flattening film is formed so that the base of a lens may be located near the top face of a light filter, the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens is shortened, and the image quality which the image point defect number reduced can manufacture the solid state image pickup device of the good above-mentioned invention. And except adjusting thickness and forming the flattening film, since it can manufacture without changing the process to the formation process of a light filter, and the formation process of a lens, it is easily employable as an old manufacture process.

---

[Translation done.]

#### **\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### **DESCRIPTION OF DRAWINGS**

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the important section top view having shown the example of 1 style of the light filter in 1 operation gestalt of the solid state image pickup device of this invention.

[Drawing 2] It is the direction view sectional view of X-X in drawing 1 .

[Drawing 3] (b) is the important section sectional view having shown 1 operation gestalt of the

manufacture approach of the solid state image pickup device concerning this invention in order of the process, and (b) is the important section sectional view having shown the manufacture approach of the conventional solid state image pickup device in order of the process as a comparison.

[Drawing 4] It is drawing showing the result of having investigated the relation between the distance from the top face of a light filter to the base of a micro lens, and the image point defect number, about the solid state image pickup device of an operation gestalt.

[Drawing 5] It is the important section sectional view having shown the conventional solid state image pickup device.

[Description of Notations]

1 [ -- A light filter, 10 / -- The 2nd flattening film, 10a / -- An ingredient layer, 11 / --- A micro lens, --- 12 / -- Base ] -- A solid state image pickup device, 2 -- A substrate, 3 -- A photo sensor, 9

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-156485  
(P2000-156485A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード(参考)       |
|---------------------------|-------|---------------|-----------------|
| H 0 1 L 27/14             |       | H 0 1 L 27/14 | D 2 H 0 4 8     |
| G 0 2 B 5/20              | 1 0 1 | G 0 2 B 5/20  | 1 0 1 4 M 1 1 8 |
| H 0 1 L 31/02             |       | H 0 1 L 31/02 | A 5 F 0 8 8     |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-328928

(22) 出願日 平成10年11月19日(1998.11.19)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 大塚 洋一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

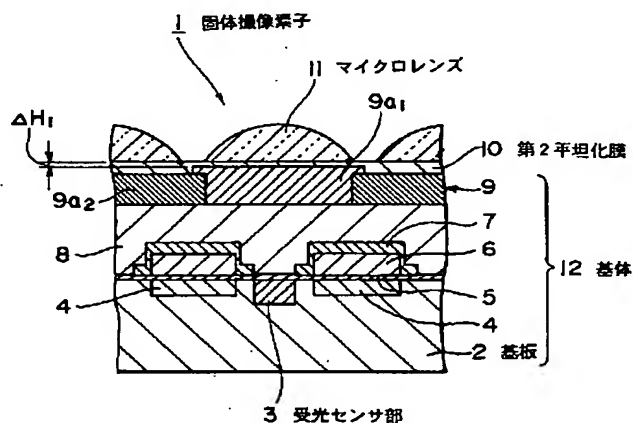
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 カラーフィルターを構成する顔料系フォトレジスト中の顔料粒子に起因する画像点欠陥の低減を図る。

【解決手段】 基板2の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部3と、基板2上に形成された顔料系フォトレジストからなるカラーフィルター9と、カラーフィルター9上に表面が平坦な状態で形成された光透過性を有する第2平坦化膜10と、第2平坦化膜10上に設けられて受光センサ部3に入射する光を集光するマイクロレンズ11とが備えられた固体撮像素子1において、第2平坦化膜10は、マイクロレンズ11の底面がカラーフィルター9の上面近傍に位置するように薄膜に形成された構成となっている。このとき、カラーフィルター9の上面からマイクロレンズ11の底面までの距離は0.3  $\mu$ m以下であると好適である。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、前記基板上に形成された顔料系フォトレジストからなるカラーフィルターと、該カラーフィルター上に表面が平坦な状態で形成された光透過性を有する平坦化膜と、該平坦化膜上に設けられて前記受光センサ部に入射する光を集光するレンズと、が備えられた固体撮像素子において、

前記平坦化膜は、前記レンズの底面が前記カラーフィルターの上面近傍に位置するように薄膜に形成されてなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記カラーフィルターの上面から前記レンズの底面までの距離は、 $0.3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 基板の表層部に光電変換をなす受光センサ部を設けかつ前記基板上に顔料系フォトレジストからなるカラーフィルターを形成した基体を用い、該カラーフィルター上に表面が平坦でかつ光透過性を有する平坦化膜を形成する平坦化膜形成工程と、前記平坦化膜上に前記受光センサ部に入射する光を集光するレンズを形成するレンズ形成工程と、を有し、前記平坦化膜形成工程では、前記平坦化膜上に形成する前記レンズの底面が前記カラーフィルターの上面近傍に位置するように膜厚を薄く調整して薄膜の前記平坦化膜を形成することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項4】 前記平坦化膜形成工程では、前記平坦化膜上に形成する前記レンズの底面から前記カラーフィルターの上面までの距離が $0.3\mu\text{m}$ 以下になるように前記平坦化膜の膜厚を調整することを特徴とする請求項3記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項5】 前記平坦化膜形成工程では、前記カラーフィルター上に前記平坦化膜形成用の材料層を形成し、エッチングによって該材料層の膜厚を調整することにより薄膜の前記平坦化膜を得ることを特徴とする請求項3記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項6】 前記レンズ形成工程では、エッチバックにより前記レンズを形成し、前記平坦化膜形成工程では、前記レンズ形成工程に引き続きエッチバックを行うとともに、そのエッチバック量を調整することにより薄膜の前記平坦化膜を得ることを特徴とする請求項3記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項7】 前記平坦化膜形成工程では、熱溶融型透明樹脂をスピンコート法によって形成することにより薄膜の前記平坦化膜を得ることを特徴とする請求項3記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項8】 前記平坦化膜形成工程では、前記カラーフィルター上に前記平坦化膜形成用の材料層を形成し、化学機械研磨によって該材料層の膜厚を調整することにより薄膜の前記平坦化膜を得ることを特徴とする請求項3記載の固体撮像素子の製造方法。

2

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子およびその製造方法に関し、詳細には顔料系フォトレジストからなるカラーフィルターを備えた固体撮像素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の固体撮像素子としては、例えば、顔料系のフォトレジストからなるカラーフィルターを備えたマイクロレンズ付きCCD (Charge-Coupled Device) 撮像素子が知られている。

【0003】このような固体撮像素子では、例えば図5に示すように、基板22の表層部にフォトタイオードからなる受光センサ部23や垂直CCDレジスタ部24等が形成されている。また基板22上には、垂直転送電極25、遮光膜26、第1平坦化膜27等が形成されており、第1平坦化膜27上には、前述したように、顔料系のフォトレジストからなるカラーフィルター28が形成されている。そして、カラーフィルター28上には光透過性を有しかつ表面が平坦な第2平坦化膜29を介してマイクロレンズ30が設けられている。マイクロレンズ30は受光センサ部23に入射する光を集光するためのもので、単位画素毎、すなわち受光センサ部23毎に設けられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、図5に示した従来の固体撮像素子21では、カラーフィルター28の構成材料であるフォトレジスト中の顔料粒子の影響を受け、固体撮像素子21の画像点欠陥（黒点画像欠陥）が発生するという不具合が生じる。固体撮像素子の小型化、高解像度化に伴い、固体撮像素子におけるフォトダイオードとCCDとで構成されるユニットセルの縮小化が進められている近年では、このユニットセルの縮小化により上記の不具合が深刻な問題になってきている。

【0005】カラーフィルター中の顔料粒子に起因する画像点欠陥の問題を解消するには、この顔料粒子を微細化することが考えられる。しかしながら、微細化された顔料粒子は二次凝集現象を引き起こし易くなるため、結果として微細化の効果がなくなってしまうという新たな問題を抱えることになって技術確立が難しい。現在、材料メーカー各社は、顔料の微粒子化および高分散化の技術開発に力を注いでいるが、もともと顔料系のフォトレジスト自体が液晶表示素子のカラーフィルター用途として開発された材料であり、固体撮像素子で求められる顔料粒子の微細化のレベルが異なる。よって、顔料粒子の微細化による画像点欠陥個数の低減を図れないのが現状である。

【0006】ところで、図5の従来の固体撮像素子21では、その製造に際し、カラーフィルター28上に形成する第2平坦化膜29の平坦化性が、次工程で第2平坦

50

(3)

3

化膜29上に形成するマイクロレンズ30の加工精度に大きな影響を及ぼす。よって平坦化性を確保すべく、下層の段差の影響をほぼ受けなくなるまで第2平坦化膜29をある程度厚く形成する必要がある。したがって、第2平坦化膜29の薄膜化が困難であることから、カラーフィルター28の上面からマイクロレンズ30の底面までの距離 $\Delta H$ は通常、 $0.5\mu\text{m}$ 以上となっている。

【0007】一方、固体撮像素子21では、マイクロレンズ30にて集光された光が、基板22の受光センサ部23近傍である受光面に焦点を結ぶように設定されている。よって、上記のようにカラーフィルター28の上面からマイクロレンズ30の底面までの距離 $\Delta H$ が長いと、マイクロレンズ30で集光された光がカラーフィルター28に入射する幅 $W$ が短くなってカラーフィルター28に入射する光量が少なくなり、またカラーフィルター28がマイクロレンズ30の焦点に近くなるため、画像への顔料粒子の影響が大きくなってしまう。

【0008】なお、図5において矢印 $L$ は、固体撮像素子21に入射する光を示しており（便宜上、1個のマイクロレンズの周縁から入射した平行光線を示している）、 $F$ はマイクロレンズ30の底面から焦点位置までの距離を示している。

【0009】

【課題を解決するための手段】そこで、上記課題を解決するために本発明の固体撮像素子は、基板の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、基板上に形成された顔料系フォトリソグラフィからなるカラーフィルターと、カラーフィルター上に表面が平坦な状態で形成された光透過性を有する平坦化膜と、平坦化膜上に設けられて受光センサ部に入射する光を集光するレンズとが備えられたもので、上記平坦化膜は、レンズの底面がカラーフィルターの上面近傍に位置するように薄膜に形成された構成となっている。このとき、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離が $0.3\mu\text{m}$ 以下となるように平坦化膜が薄膜に形成されていると好適である。

【0010】この発明では、レンズの底面がカラーフィルターの上面近傍に位置するようにレンズとカラーフィルターとの平坦化膜が薄膜に形成されていることから、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離が従来に比較して短縮されたものとなっている。そのため、マイクロレンズで集光された光がカラーフィルターに入射する幅が長くなってカラーフィルターに入射する光量が増加する。またカラーフィルターがマイクロレンズの焦点位置から遠くなるため、顔料粒子が実質的にボケた位置となる。この結果、固体撮像素子の受光面にて、カラーフィルターを構成するフォトリソグラフィ中の顔料粒子が及ぼす見かけ上の影響が低減される。

【0011】また上記課題を解決するために本発明の固体撮像素子の製造方法は、基板の表層部に光電変換をな

4

す受光センサ部を設けかつ基板上に顔料系フォトリソグラフィからなるカラーフィルターを形成した基体を用い、該カラーフィルター上に表面が平坦でかつ光透過性を有する平坦化膜を形成する平坦化膜形成工程と、平坦化膜上に受光センサ部へに入射する光を集光するレンズを形成するレンズ形成工程とを有し、平坦化膜形成工程では、平坦化膜上に形成するレンズの底面がカラーフィルターの上面近傍に位置するように膜厚を薄く調整して上記平坦化膜を形成するようになっている。この調整では、レンズの底面からカラーフィルターの上面までの距離が $0.3\mu\text{m}$ 以下になるように行うことが好適である。

【0012】上記の発明では、レンズの底面がカラーフィルターの上面近傍に位置するように膜厚を薄く調整して平坦化膜を形成するため、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離が従来に比較して短縮された上記発明の固体撮像素子が製造される。よって、上記発明と同様に、固体撮像素子の受光面にて、カラーフィルターを構成するフォトリソグラフィ中の顔料粒子が及ぼす見かけ上の影響が低減され、受光センサ部への集光効率が向上した固体撮像素子の実現が可能になる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の固体撮像素子の一実施形態におけるカラーフィルターの一構例を示す要部平面図である。また図2は図1におけるX-X方向矢視断面図である。

【0014】図1に示すように本実施形態の固体撮像素子1では、カラーフィルター9が赤（Red：図1中、Rで示す）、緑（Green：図1中、Gで示す）、青（Blue：図1中、Bで示す）の3原色を用いて構成されている。つまり、シリコンからなる基板2上に画素が格子状に形成され、その単位画素毎に異なる色となるように上記3原色の顔料分散型カラーフィルター9が形成されている。したがって、カラーコーディングは原色市松となっている。

【0015】カラーフィルター9は、図2に示すごとく表面が平坦な第1平坦化膜8上に形成されている。カラーフィルター9の形成方法としては、例えば、公知のフォトリソグラフィ技術を用いた方法が採用される。まず、スピニングコート法によって顔料系のフォトリソグラフィに第1平坦化膜8上に塗布し、次いでホットプレートによりプリバーク処理する。その後、露光および現像を行い、ホットプレートによりポストバーク処理を行って赤、緑、青のうちの1色のフィルタパターン9aを形成する。他の2色についても同様にフィルタパターン9aの形成を行うことで3色のカラーフィルター9を得る（なお、図2中、9a<sub>1</sub>は青のフィルタパターンであり、9a<sub>2</sub>は緑のフィルタパターンである）。

【0016】本実施形態では、例えば、緑のフィルタパターン9a<sub>2</sub>が $1.5\mu\text{m}$ 程度、青のカラーフィルター

50

(4)

5

9a<sub>1</sub>が1.0 $\mu$ m程度、図2では図示していないが赤のカラーフィルターが1.0 $\mu$ m程度の膜厚に形成されている。ここで、これらの膜厚値は、平坦なペアーシリコン基板上に緑の分散系フォトレジストとしてCG-6030L（商品名）（富士フィルムオーリン株式会社製）を用いて緑のフィルタパターン9a<sub>2</sub>を形成し、青の分散系フォトレジストとしてCB-6030L（商品名）（富士フィルムオーリン株式会社製）を用いて青のフィルタパターン9a<sub>1</sub>を形成し、赤の分散系フォトレジストとしてCR-6200L（商品名）（富士フィルムオーリン株式会社製）を用いて赤のフィルタパターンを形成してカラーフィルター9を得た場合のプリベーク処理後の膜厚値である。

【0017】このように形成されているカラーフィルター9上方には、図2に示すように各单位画素毎に、半球状のマイクロレンズ11が形成されている。マイクロレンズ11は、後述するごとく、基板2に形成されて受光センサ部に入射する光を集光する本発明のレンズとなるものである。そして、カラーフィルター9とマイクロレンズ11の間には、本発明の平坦化膜となる第2平坦化膜10が介装されている。

【0018】第2平坦化膜10は保護膜ともなるものであり、光透過性を有するとともに表面が平坦な状態に形成されている。また第2平坦化膜10は、マイクロレンズ11の底面がカラーフィルター9の上面近傍に位置するように従来のものに比較して薄膜に形成されたものとなっている。このとき、特に、カラーフィルター9の上面からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ が0.3 $\mu$ m以下となるように第2平坦化膜10が薄く形成されていることが好適である。ここで、カラーフィルター9の上面とは、3色のフィルタパターン9aのうち、表面が基板2から最も離れている面、つまり最上面をいう。

【0019】カラーフィルター9の上面からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ が0.3 $\mu$ m以下であると好適であるのは、後に述べるが、 $\Delta H_1$ が0.3 $\mu$ m以下であると、画像点欠陥個数がほぼ横ばい状態で最も低減する高い効果が得られることが知見されたためである。

【0020】本実施形態においてこのような第2平坦化膜10は、例えば、熱硬化型アクリル系樹脂であるオプトマーLC760（商品名）（JSR株式会社製）を用い、後述するフォトリソグラフィ技術によって薄膜に形成されている。

【0021】なお、固体撮像素子1においてカラーフィルター9の下層は、従来と同様に構成されている。すなわち、基板2の表層部には、各画素毎に島状の受光センサ部3が形成されているとともに、基板2の受光センサ部3の一方の側には、読み出し部（図示略）を介して垂直CCDレジスタ4が形成され、他方の側にはチャンネル

6

ストップ（図示略）を介して別の垂直CCDレジスタ4が形成されている。そして、このような構成により受光センサ部3で光電変換されて得られた信号電荷は読み出し部を介して垂直CCDレジスタ4に読み出され、さらに垂直CCDレジスタ4にて転送されるようになっている。

【0022】一方、基板2の表面には例えば酸化シリコンからなる絶縁膜5が形成されている。この絶縁膜5は、酸化シリコン膜の単層膜でなく、酸化シリコン膜と窒化シリコン膜と酸化シリコン膜との3層からなるいわゆるONO構造の積層膜であってもよい。絶縁膜5上には、垂直CCDレジスタ4の略直上位置に、例えばポリシリコンからなる垂直転送電極6が形成されており、さらに基板2上には、垂直転送電極6を覆った状態で層間絶縁膜（図示略）が形成されている。垂直転送電極6は、第1垂直転送電極と第2垂直転送電極とからなる2層構造、あるいは第1、第2、第3の垂直転送電極からなる3層構造となっており、各垂直転送電極間には酸化シリコン等からなる層間絶縁膜（図示略）が形成されている。

【0023】垂直転送電極6を覆った層間絶縁膜上には、この層間絶縁膜を介して垂直転送電極6を覆う状態に遮光膜7が形成されている。遮光膜7は、受光センサ部3以外への光の入射を遮断するためのもので、受光センサ部3の直上に矩形の開口を有した状態に形成されている。その際、遮光膜7の開口の端部から光が入射して垂直CCDレジスタ4に至ることに因るスミア成分の低減を図るために、受光センサ部3の直上にまで張り出し、この張り出し部分で囲った状態に上記開口が設けられた状態となっている。

【0024】遮光膜7上には、遮光膜7の開口に臨む層間絶縁膜を覆う状態で保護膜ともなる第1平坦化膜8が形成されている。この第1平坦化膜8は光透過性を有する膜であり、表面が平坦に形成されている。本実施形態において第1平坦化膜8は、例えば熱硬化型アクリル系樹脂を用いて形成されている。この場合の形成方法としては、例えば、遮光膜7まで形成した基板2上に、公知のスピンコート法によって熱硬化型アクリル系樹脂を塗布し、その後ホットプレートで熱処理して塗布膜を硬化させる方法が採用される。

【0025】ここでは、例えば、熱硬化型アクリル系樹脂であるオプトマーLC760（商品名）（JSR株式会社製）を用いて形成した塗布膜を硬化した後の膜厚が、平坦なペアーシリコン基板上にて、例えば1.2 $\mu$ m程度になるように塗布膜を形成した。

【0026】そして上記のように形成されている第1平坦化膜8上に、前述のカラーフィルター9が形成され、カラーフィルター9上に第2平坦化膜10を介してマイクロレンズ11が設けられて固体撮像素子1が構成されている。

50

(5)

7

【0027】次に、上記の固体撮像素子1の製造方法に基づき、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の一実施形態を説明する。図3(イ)は本発明に係る固体撮像素子の製造方法の一実施形態を工程順に示す要部断面図であり、また比較が容易なように同図(ロ)には従来の固体撮像素子の製造方法を工程順に示してある。また図3(イ)、(ロ)ではそれぞれ、カラーフィルターの下層の図示を省略してある。

【0028】固体撮像素子1を製造するにあたっては、従来と同様の手法により基板2に受光センサ部3、垂直CCDレジスタ4、絶縁膜5、垂直転送電極6、遮光膜7、第1平坦化膜8およびカラーフィルター9までを形成した基体12(図2参照)を用意する。そしてまず、図3(イ)の(A)および(B)に示す平坦化膜形成工程を行う。すなわち、第2平坦化膜10上に形成するマイクロレンズ11の底面がカラーフィルター9の上面近傍に位置するように膜厚を薄く調整して第2平坦化膜10を形成する。

【0029】この実施形態では、公知のスピンコート法によって熱硬化型アクリル系樹脂であるオプトマーLC760(商品名)(JSR株式会社製)を基体12上に塗布し、その後ホットプレートで熱処理して塗布膜を硬化させ、第2平坦化膜10形成用の材料層10aを得た。基体12上にスピンコート法で塗布膜を形成する際には、材料層10aの膜厚が、平坦なベアシリコン基板上にて1.0 $\mu$ m程度になるように調整した。

【0030】そして図3(イ)の(B)に示すように、エッチング法の一手法であるドライアッシング法により、材料層10aをアッシングして材料層10aの膜厚を調整することにより薄膜の第2平坦化膜10を形成する。図3(イ)の(B)中、破線はアッシング前、実線は $\Delta E$ 分の膜厚を除去したアッシング後を示している。アッシング法により、材料層10aの膜厚を $\Delta E=0.5\mu$ m程度薄くした場合の条件例を下記に示す。材料層10aの膜厚を $\Delta E=0.5\mu$ m程度薄くした場合、次工程で形成するカラーフィルター9の上面(3色のカラーフィルター9の最上面)からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ は0.3 $\mu$ m程度となる。

【0031】・装置：枚葉式マイクロ波アッシング装置  
・パワー：500W  
・ガスおよび流量：酸素( $O_2$ )ガス；200sccm  
[sccmは標準状態における体積流量( $cm^3$ /分)]

・ステージ温度：120℃  
・圧力：135Pa  
・処理時間：60sec

【0032】こうして第2平坦化膜10を形成した後、第2平坦化膜10上にマイクロレンズ11を形成する。図3(イ)の(C)および(D)に示すレンズ形成工程を行う。例えば公知のフォトリソグラフィ技術によ

8

って、第2平坦化膜10上に感光性マイクロレンズ材用フォトレジストをスピンコートし、プリベーク処理し、露光および現像を行った後にブリーチング露光し、さらにポストベークしてレジストパターン11aを形成する。本実施形態では、マイクロレンズ材用フォトレジストとして、例えば、TMR-P3(商品名)(東京応化株式会社製)を用いた。

【0033】そして、レジストパターン11aを熱リフロー処理し、このレジストパターン11aを軟化・溶融させることによって半球状のマイクロレンズ11を得る。以上の工程によって、カラーフィルター9の上面(3色のカラーフィルター9の最上面)からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ が0.3 $\mu$ m程度と短い固体撮像素子1が製造される。

【0034】一方、従来の図5に示した固体撮像素子21の製造では、図3(ロ)の(A)、(B)および(C)に示すように、本実施形態の平坦化膜形成工程にて第2平坦化膜10の膜厚を薄膜に調整して形成する以外は、同様にして第2平坦化膜29を形成し、フォトリソグラフィ法によって感光性マイクロレンズ材用フォトレジストからなるパターン30aを形成し、熱リフロー処理を行ってマイクロレンズ30を形成する。このように製造された従来の固体撮像素子21では、カラーフィルター28の上面(3色のカラーフィルター28の最上面)からマイクロレンズ30の底面までの距離 $\Delta H$ が0.8 $\mu$ m程度となった。

【0035】なお、図3(イ)の(D)および同図(ロ)の(c)において、矢印Lは、固体撮像素子1、21に入射する光を示しており(便宜上、1個のマイクロレンズ11、30の周縁から入射した平行光線を示している)、また $W_1$ 、 $W$ はそれぞれ、マイクロレンズ11、30で集光された光Lがカラーフィルター9、28に入射する幅を示している(この場合、3色のカラーフィルター9、28の最上面に入射する幅を意味している)。

【0036】図3(イ)の(D)および同図(ロ)の(c)に示すように、上記実施形態の方法では、第2平坦化膜10形成用の材料層10aをアッシングにより $\Delta E$ の膜厚分除去することにより厚みを調整して薄膜化した第2平坦化膜10を形成するので、カラーフィルター9の上面からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ が、従来の距離 $\Delta H=0.8\mu$ mに比較して0.3 $\mu$ m程度と非常に短い固体撮像素子1を製造できる。しかも、カラーフィルター9の形成工程まで工程およびマイクロレンズ11の形成工程を変えずに、単に第2平坦化膜10の膜厚を調整するだけでこのような固体撮像素子1を得ることができる。

【0037】またこうして製造された固体撮像素子1では、カラーフィルター9の上面からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ が短縮されていることにより、



(6)

9

マイクロレンズ11で集光された光Lがカラーフィルター9に入射する幅 $W_1$ を従来の幅Wと比較して長くできる( $W < W_1$ )ので、カラーフィルター9に入射する光量の増加を図ることができる。

【0038】またカラーフィルター9の上面からマイクロレンズ11の底面までの距離 $\Delta H_1$ が短くなることにより、従来に比較してマイクロレンズ11の焦点位置に $\Delta F$ 分の差が生じ、カラーフィルター9がマイクロレンズ11の焦点位置から遠くなるので、カラーフィルター9中の顔料粒子41が実質的にボケた位置となる。よって、固体撮像素子1の受光面にて、顔料粒子41が及ぼす見かけ上の影響を低減できる。

【0039】図4は実施形態と同様にして得られた固体撮像素子について、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離と画像点欠陥個数との関係を調べた結果を示す図である。図4からも、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離が短縮される程、画像点欠陥個数が低減し、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離が0.3 $\mu$ m以下であると画像点欠陥個数がほぼ横ばい状態で最も低減することが確認される。また、先に述べた材料の改善、すなわち顔料の微粒子化および高分散化と本発明とを組み合わせることにより、更なる欠陥個数の低減が可能になる。

【0040】したがって、本実施形態の固体撮像素子1およびその製造方法によれば、画像点欠陥の個数が低減した画質が良好な固体撮像素子1を実現することができる。

【0041】ところで、本実施形態の製造方法では、平坦化膜形成工程にて、アッシング法によりカラーフィルター上に膜厚を調整して薄膜の平坦化膜を形成する例を述べたが、本発明はこの例に限定されない。例えばマイクロレンズを形成するレンズ形成工程にて、ポジレジストを用いたエッチバックによりマイクロレンズを形成することもできるが、この場合には、平坦化膜形成工程にて、レンズ形成工程に引き続きエッチバックを行うとともに、そのエッチバック量を調整することにより前述した薄膜の平坦化膜と同様な効果を得ることができる。

【0042】また、平坦化膜形成工程にて、熱溶融型透明樹脂をスピンコート法によって形成することにより、塗布のみで薄膜の平坦化膜を得ることもできる。

【0043】さらに、平坦化膜形成工程にてカラーフィルター上に平坦化膜形成用の材料層を形成した後、化学機械研磨(CMP)法によって材料層の膜厚を調整する

10

ことにより薄膜の平坦化膜を得ることも可能である。

【0044】なお、本実施形態で述べた固体撮像素子のカラーフィルターより下層の構造および材料等は一例であって、本発明はこの例に限定されず、種々変更可能であるのはもちろんである。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る固体撮像素子によれば、レンズの底面がカラーフィルターの上面近傍に位置するようにレンズとカラーフィルターとの平坦化膜を薄膜に形成し、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離を短縮した構成としたので、カラーフィルターに入射する光量を増加でき、またカラーフィルター中の顔料粒子を実質的にボケた位置とすることができる。よって、固体撮像素子の受光面にて、カラーフィルターを構成するフォトレジスト中の顔料粒子が及ぼす見かけ上の影響を低減でき、画像点欠陥個数が低減した画質が良好な固体撮像素子を実現できる。

【0046】また本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、レンズの底面がカラーフィルターの上面近傍に位置するように平坦化膜の膜厚を薄く調整して平坦化膜を形成するため、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離が短縮し、画像点欠陥個数が低減した画質が良好な上記発明の固体撮像素子を製造できる。しかも、膜厚を調整して平坦化膜を形成する以外は、カラーフィルターの形成工程までの工程やレンズの形成工程を変えることなく製造できるため、これまでの製造プロセスに容易に採用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の一実施形態におけるカラーフィルターの一構例を示した要部平面図である。

【図2】図1におけるX-X方向矢視断面図である。

【図3】(イ)は本発明に係る固体撮像素子の製造方法の一実施形態を工程順に示した要部断面図であり、

(ロ)は比較として従来の固体撮像素子の製造方法を工程順に示した要部断面図である。

【図4】実施形態の固体撮像素子について、カラーフィルターの上面からマイクロレンズの底面までの距離と画像点欠陥個数との関係を調べた結果を示す図である。

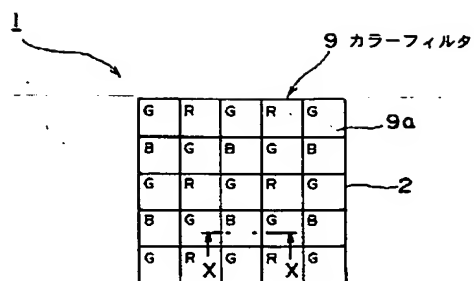
【図5】従来の固体撮像素子を示した要部断面図である。

【符号の説明】

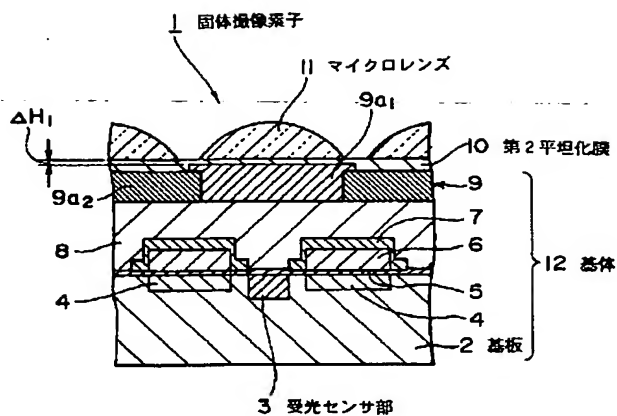
1…固体撮像素子、2…基板、3…受光センサ、9…カラーフィルター、10…第2平坦化膜、10a…材料層、11…マイクロレンズ、12…基体

(7)

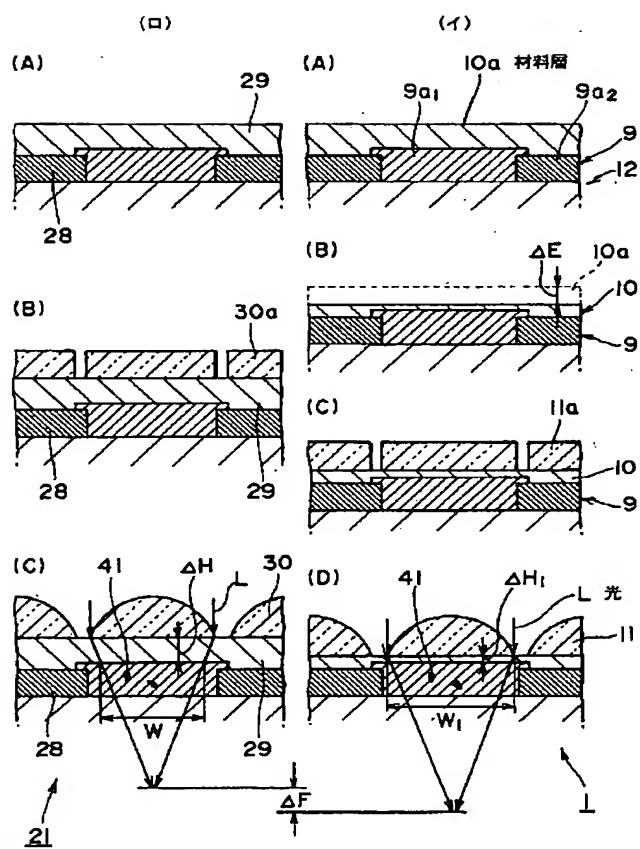
【図 1】



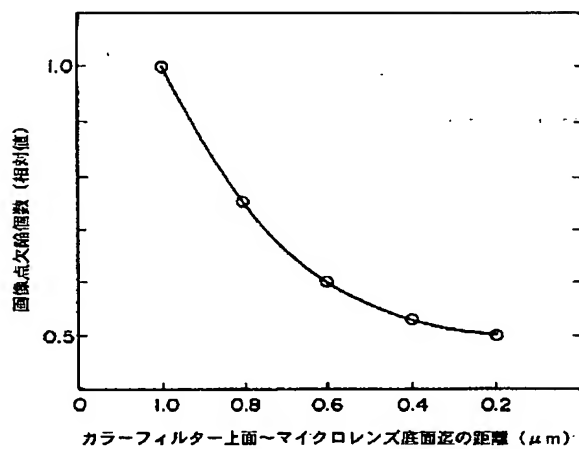
【圖 2】



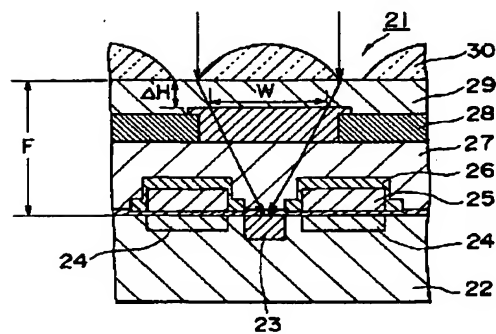
【図 3】



【図4】



【図 5】



(8)

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H048 BA45 BB02 BB10 BB28 BB37

BB47

4M118 AA08 AA10 AB01 BA10 CA03

CA32 CA40 DA28 FA06 GC08

GC14 GD04

5F088 BA01 BA20 BB03 CB05 GA03

HA05 HA20